



Title	サケいずしの化学的, 微生物学的性状に及ぼす熟成温度の影響
Author(s)	佐々木, 政則; 川合, 祐史; 吉水, 守 他
Citation	日本水産学会誌, 72(2), 223-230 https://doi.org/10.2331/suisan.72.223
Issue Date	2006-03-15
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/53380
Rights	© 2006 公益社団法人日本水産学会
Type	journal article
File Information	article132.pdf



サケいずしの化学的、微生物学的性状に及ぼす熟成温度の影響

佐々木政則,^{1*} 川合祐史,² 吉水 守,² 信濃晴雄³

(2005年6月21日受付, 2005年10月17日受理)

¹北海道立釧路水産試験場, ²北海道大学大学院水産科学研究院³北海道立工業技術センターEffects of ripening temperature on the chemical and microbiological characteristics of salmon *Izushi*MASANORI SASAKI,^{1*} YUJI KAWAI,² MAMORU YOSHIMIZU² AND HARUO SHINANO³¹Hokkaido Kushiro Fisheries Experimental Station, Kushiro, Hokkaido 085-0027, ²Faculty of Fisheries Sciences, Hokkaido University, Hakodate, Hokkaido 041-8611, ³Hokkaido Industrial Technology Center, Hakodate, Hokkaido 041-0801, Japan

The effects of ripening temperature on the chemical and microbiological characteristics of *Izushi* made of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) were investigated. *Izushi* were ripened for a cumulative temperature 280°C • d at 5, 10, 15 and 20°C. When ripened at higher temperatures, total acid, volatile basic nitrogen, free amino acid, aerobic bacteria, and lactic acid bacteria obviously increased in *Izushi* products, and pH values and yields of the products were reduced. For lactic acid bacteria, *Leuconostoc mesenteroides* was dominant in the *Izushi* at every ripening temperature. In the *Izushi* ripened at 5°C, *Saccharomyces cerevisiae* was dominant for yeast, whereas yeast was not detected in that ripened at 10, 15 and 20°C. In sensory evaluation, *Izushi* ripened at higher temperatures were not so acceptable as those ripened at lower temperatures. These results suggested that high-quality salmon *Izushi* might be produced by ripening at lower temperature for a long period.

キーワード : *Leuconostoc mesenteroides*, *Saccharomyces cerevisiae*, サケいずし, 熟成温度, 積算温度, 微生物相

いずしは北海道, 東北, 北陸など寒冷な地方における郷土色の強い水産発酵食品として秋から冬にかけて製造されている。家庭で自家製のいずしを造る場合は, 11月から漬け込みを始め正月料理の一つとして食膳を賑わすが, いずしを自然発酵で熟成させる場合, 北海道では平均気温が11月で2~5°C, 12月には0~-5°C以下にまで低下するため, 熟成期間は45日間以上となっている。ところが, 1987年頃から, 夏期におけるいずしの商業生産が行われるようになった。冷蔵施設を使用して商業的にいずしを生産する場合には, 10~15°Cの一定の温度でいずしの熟成を行う企業が多いが, 中には熟成を早めるために25°Cくらいの温度で短期間で製造する例もある。

いずしを原因食品とするボツリヌス中毒を防止するには, ボツリヌス菌の毒化が温度に依存しているため, 製造工程における温度管理(低温維持)が重要であり,¹⁾

伝統的に冬期間の低温環境を利用して製造されてきた。また, 漬け込み後はできるだけ早く乳酸発酵を行わせ, pHの低下によって, 毒化を防ぐことの有効性も指摘されてきた。¹⁾ このことを効果的に行うため, 漬け込み前に魚肉を仮酢漬け処理することによって, 安全ないずしを生産できる製造方法が推奨されている。¹⁾ 著者ら²⁾ は, いずしの化学的, 微生物学的な性状に及ぼす仮酢漬け処理の影響について検討し, 短時間であっても食酢でスライスしたサケ肉を浸漬する方法は, pHを低下させる効果があり, より安全ないずしの製造法として効果的であると報告した。

これまでに, 吉村³⁾ は3~4月にホッケとイカいずしを製造すると, 気温が10~17°Cにまで上昇するため, 製品の味は悪くなると報告している。前述のように, 本来, いずしは低温で長期間熟成させて造る冬期間の保存食品であるが, これを高い温度で急速に熟成させた場

* Tel : 81-154-24-7083. Fax : 81-154-24-7084. Email : sasakimn@fishexp.pref.hokkaido.jp

合, 熟成過程中に化学成分や微生物相がどのように変化し, いずしの製品品質にどのような影響を及ぼすのかは明らかにされていない。また, 熟成温度を高くして熟成期間を短縮していずしを製造した場合, 低温で長期間熟成させて製造したいずしと同じような品質の製品ができるかという点についても検討されていない。

そこで本研究では, 北海道で冬季間にいずしを造る場合の温度条件を基準にして, それに近い低温 (5℃), また比較的高温 (10℃, 15℃ および 20℃) の 4 つの温度区で漬け込み後のサケいずしを熟成し, 経時的に各温度区で得られた製品の品質 (官能評価, 化学成分および微生物相) について検討した。

実験方法

サケいずしの製造方法 サケいずしは, 既報⁴⁾と同様に, 北海道余市沖で漁獲されたサケ (*Oncorhynchus keta*) を用いて製造した。主原料のサケは, ドレス状態で -25℃・2 ヶ月間凍結貯蔵したものを解凍してフィレーとし, 0.8~1.5℃の水道水 (流水) に 3 日間晒した後, 半凍結状態で 6~9 mm 厚の切り身とし, 3℃の流水で 2 時間水晒し後脱水し, 30% 重量の食酢で 10 分間仮酢漬けを行い, 水切りしたものを漬込み用魚肉とした。なお, 本報のいずしの配合割合は, サケ切り身 5 kg に対して, 米飯 2 kg (40%), 米麴 200 g (4%), 温湯 200 g (4%), にんじん 500 g (10%), しょうが 100 g (2%), とうがらし 25 g (0.5%), 食塩 250 g (5%), 砂糖 100 g (2%), 食酢 250 g (5%), 清酒 250 g (5%), みりん 100 g (2%) とした。

試験区分は, いずしの熟成温度として 5, 10, 15 および 20℃ の 4 温度区を設定し, 熟成期間は積算温度⁵⁾ (温度と日数との積量) 280℃・日を目途として, それぞれ 54 日間, 28 日間, 19 日間, 15 日間とした。2 日間はいずれの区も 10℃の部屋の中に加圧しないで置き, その後は 5, 10, 15 および 20℃の恒温室に移し, 1/3 の期間は 8 kg の荷重で加圧し, その後の 2/3 の期間は 16 kg の荷重で加圧して熟成を進めた。熟成終了時には容器を逆さにして水を切った後, 加圧 (50 kg, 4 時間) してさらに水分を除いて製品とした。なお, 加圧脱水後に得られたいずしの製品歩留りは, 5℃区では 60.0%, 10℃区では 59.3%, 15℃区では 52.8%, 20℃区では 48.3% であった。

サケいずしの熟成過程における化学的, 微生物学的変化を明らかにするため, 漬け込み 2 日後と各熟成温度における熟成期間終了後に, 樽の中層部からいずしを取り出し, 魚肉部と副原料部 (野菜, 米飯, 麴など) に分けて各種分析に供した。また, いずし原料の生サケ肉, 野菜類, 米飯・麴, サケ肉の前処理工程における仮酢漬け肉および熟成過程中的液汁についても同様の分析を行

った。

熟成中のいずしの観察および官能評価 既報⁴⁾と同様に, 熟成中のいずし上澄液の色調, 香り, 被膜の生成状況と, 採取したいずしの魚肉部と副原料部 (米飯・麴, 野菜など) の色, 味, 香り, 硬さなどについて観察および官能評価を行った。

化学成分の定量 これまでの報告^{2,4)}と同様の方法で, 水分, pH, 揮発性塩基窒素 (VB-N), エキス態窒素, 塩分を測定した。また, 総酸は, ブロムチモールブルー・ニュートラルレッド混合指示薬を用いて, アルカリ滴定法で測定した。⁶⁾ 試料の 80% エタノール抽出液から脂溶性成分をクロロホルムで除去後, 日立 L-8500 アミノ酸分析計で遊離アミノ酸組成を分析した。⁷⁾

生菌数と菌相の測定 樽から取り出したいずしの魚肉部と副原料部約 10 g を無菌的に採取し, 9 倍量の滅菌リン酸緩衝液 (pH 7.2) を加えてホモジナイザーで均質化し, 既報⁴⁾と同様の方法で, 乳酸菌を除く一般細菌 (以降, 単に一般細菌と表記), 乳酸菌, 酵母の生菌数を測定した。なお, 一般細菌数と乳酸菌数は, 一般細菌, 乳酸菌検出用平板から分離した菌株において, グラム陽性, カタラーゼ陰性のものを乳酸菌としてそれぞれの菌数の値を補正して決定した。さらに, 一般細菌, 乳酸菌および酵母はそれぞれ生菌数測定時における最適希釈平板から無作為に 30 以上の集落を釣菌後, 純粋分離を行い, 一般細菌は Shewan ら⁸⁾および駒形⁹⁾の簡易スキームに準拠し, 乳酸菌は Bergey's Manual of Systematic Bacteriology¹⁰⁾ および内村, 岡田¹¹⁾の同定ダイアグラムに従って, 酵母は The Yeast (第 4 版)¹²⁾の記載に従って属あるいは種レベルまで同定した。

結果

いずし熟成過程での観察および官能評価結果 各温度における熟成中のいずしの観察および官能評価結果を Fig. 1 に示した。

漬け込み初期 (2 日後) では, 各熟成温度区とも食酢の香りが残り, 魚肉・麴・野菜類は未熟で, 肉質は身締りしていた。5℃区では, 漬け込み 7 日後に懸濁物・泡・芳香が認められ, 41 日後に被膜が生成し, 54 日後の製品は, いずし特有の芳香を呈し, 魚肉・米飯・野菜類に甘味と旨味があった。10℃区でも, 漬け込み 7 日後に懸濁物・泡・芳香が認められ, 被膜は 15 日後に生成し・24 日後に全面に拡大し, 28 日後の製品は, いずし特有の芳香を呈し, 米飯・野菜類に甘味はあったが, 旨味が不足しており肉質には脆さが認められた。15℃区では, 漬け込み 7 日後には液汁が増加し, 甘酸っぱい香り・懸濁物・泡が生成し, 12 日後に生成した被膜は 15 日後に拡大し, 19 日後には全面を覆い, 液汁は白濁し, 酸臭が強く感じられ, 製品いずしは白っぽく, 酸味

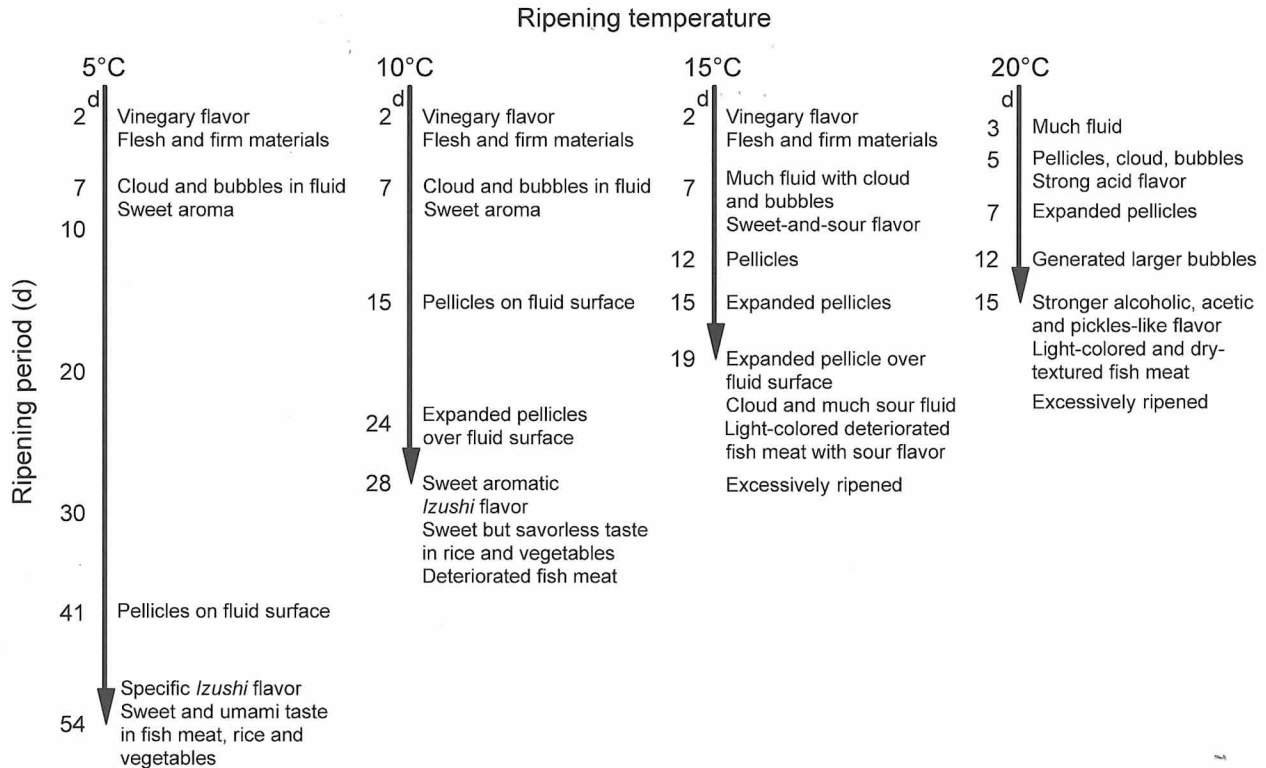


Fig. 1 Sensory evaluation of salmon *Izushi* during the ripening process at various temperatures.

Izushi samples were initially kept for 2 d at 10°C and then ripened at various temperatures while loading with stone weights.

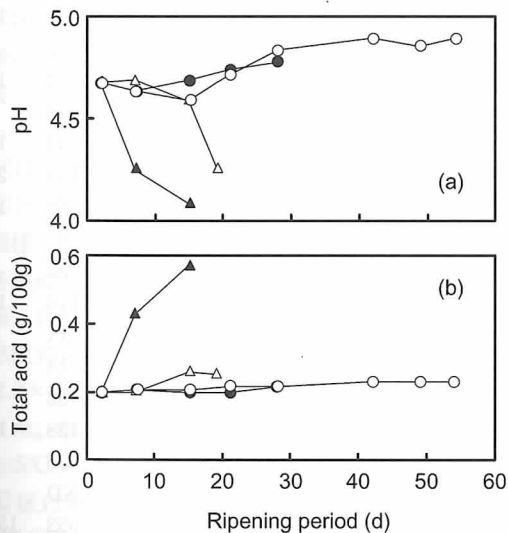


Fig. 2 Changes in pH value (a) and total acid content (b) of salmon *Izushi* during the ripening process at various temperatures.

Izushi samples were initially kept for 2 d at 10°C and then ripened at various temperatures while loading with stone weights. Symbols: ○, 5°C; ●, 10°C; △, 15°C; ▲, 20°C.

と酸臭があり、肉質に脆さを認めた。20°C区では、漬け込み3日後には液汁が増加し、5日後には被膜、懸濁物、泡および強い酸臭が発生し、7日後には被膜が拡大し、12日後には大きな泡が発生し、15日後にはアルコール臭が強くなり、製品いずしは白っぽく、酸味と酢酸臭・漬け物臭が強くなり、肉質にはパサつきが認められた。したがって、熟成温度を高くすると熟成の進行が早く、とくに15°C区と20°C区ではその傾向が顕著で、あらかじめ設定した熟成期間の終了時には両者とも熟成過多となった。

いずし熟成過程における化学成分の変化 いずし熟成過程における液汁のpHと総酸量の変化をFig. 2に示した。熟成初期(2日後)のpHは各区とも4.7であったが、5°C区は15日後まで、10°C区は7日後まで一度やや低下し、その後上昇傾向を示し、前者の熟成54日後は4.9、後者の28日後は4.8となった。しかし、15°C区と20°C区のpHは低下し、前者の熟成15~19日後には4.6~4.3、後者の熟成7~15日後には4.3~4.1となった。これらのpH変化は総酸量の変化にはほぼ対応しており、20°C区では熟成15日までにpHの変化に伴い総酸量は大きく増加した。

いずし原料および各熟成温度による製品いずしの魚肉部と副原料部の化学成分組成をTable 1に示した。原料

Table 1 Chemical characteristics of salmon *Izushi* ripened at various temperatures

Items	Ripening temperature (°C)	Ripening period (d)	pH	Total acid (g/100 g)	VB-N (mg/100 g)	Extractive-N (mg/100 g)	Moisture (g/100 g)	Salt (g/100 g)
Raw fish meat			6.2	0.29	14.8	850	73.0	0.03
Pickled fish meat			4.8	0.60	9.8	580	—	0.03
Sub-materials			4.9	0.11	5.0	80	66.3	0.3
Fish meat	10	2	4.6	0.49	5.0	580	70.2	1.9
	5	54	4.7	0.44	11.0	500	64.3	2.3
	10	28	4.6	0.50	28.2	510	63.9	2.4
	15	19	4.2	0.82	50.8	530	64.8	2.2
	20	15	4.1	1.10	56.0	820	61.8	2.5
Sub-materials	10	2	4.9	0.32	3.5	290	75.3	1.9
	5	54	5.1	0.37	7.7	340	71.8	2.3
	10	28	4.9	0.39	13.8	350	71.7	2.4
	15	19	4.5	0.54	41.5	400	71.5	2.2
	20	15	4.3	0.87	42.0	550	72.3	2.6

Izushi samples were initially kept at 10°C for 2 d and then ripened at various temperatures loading with stone weights for a cumulative temperature 280°C·d.

— : not determined.

Table 2 Free amino acid compositions of salmon *Izushi* ripened at various temperatures (mg/100 g)

Amino acid	Raw fish meat	Pickled fish meat	Boiled rice & koji	Vegetables	Fish meat					Sub-materials				
					10°C 2 d	5°C 54 d	10°C 28 d	15°C 19 d	20°C 15 d	10°C 2 d	5°C 54 d	10°C 28 d	15°C 19 d	20°C 15 d
Taurine	51	34	ND	tr	21	12	16	12	14	15	13	15	12	16
Aspartic acid	4	6	tr	tr	5	24	20	30	60	tr	26	15	32	67
Threonine	14	12	12	206	22	65	66	70	107	38	75	73	84	127
Serine	9	10	4	26	10	33	32	38	65	13	38	35	47	80
Glutamic acid	30	17	4	36	15	55	57	76	136	14	58	55	73	152
Proline	ND	ND	ND	tr	5	27	31	25	37	6	37	29	23	43
Glycine	13	10	3	2	7	21	22	38	94	7	23	28	44	117
Alanine	35	25	6	89	22	65	74	86	155	29	77	94	103	200
Valine	8	11	4	15	12	48	49	62	82	11	53	58	68	101
Methionine	6	6	2	4	10	47	45	47	67	7	52	47	47	77
Isoleucine	5	6	3	10	7	41	39	45	6	7	46	44	53	71
Leucine	11	13	7	6	25	100	94	108	159	19	111	102	116	179
Cystine	ND	ND	ND	3	ND	ND	ND	9	27	ND	ND	tr	11	34
Tyrosine	7	8	4	6	10	59	51	32	12	7	61	52	14	10
Phenylalanine	tr	13	12	16	25	76	69	65	62	18	76	62	53	63
Lysine	64	21	13	7	43	132	128	123	185	32	141	128	128	196
Histidine	19	11	5	9	8	21	21	32	42	8	26	22	25	41
Arginine	5	7	7	10	13	86	68	2	4	16	8	63	ND	2
Total	281	210	86	445	260	912	882	900	1369	247	991	922	933	1576

Izushi samples were initially kept at 10°C for 2 d and then ripened at various temperatures loading with stone weights for a cumulative temperature 280°C·d.

ND: not detected.

tr: trace (<1.0 mg/100 g).

の魚肉では、仮酢漬け処理によって、pHの低下、VB-Nとエキス態窒素の減少が見られ、漬け込み直後の魚肉はpH 4.8、VB-Nは9.8 mg/100 g、エキス態窒素は

580 mg/100 gであった。副原料のpHは4.9、総酸量は0.11 g/100 g、水分量は66.3 g/100 gであった。製品いずしでは、熟成温度が高いほど、魚肉部と副原料部の総

Table 3 Microbial counts of salmon Izushi ripened at various temperatures

	Ripening temperature (°C)	Ripening period (d)	Aerobic bacteria (CFU/g)	Lactic acid bacteria (CFU/g)	Yeast (CFU/g)
Fish meat	10	2	2.3×10^6	6.6×10^5	9.5×10^4
	5	54	1.6×10^6	4.3×10^5	8.2×10^4
	10	28	5.9×10^7	8.5×10^7	ND
	15	19	4.6×10^9	5.5×10^9	ND
	20	15	8.4×10^9	5.6×10^9	ND
Sub-materials	10	2	4.4×10^6	4.3×10^6	1.0×10^5
	5	54	2.9×10^7	2.4×10^7	3.2×10^6
	10	28	5.9×10^7	2.2×10^8	ND
	15	19	2.6×10^{10}	2.8×10^{10}	ND
	20	15	1.0×10^{10}	9.8×10^9	ND

Izushi samples were initially kept at 10°C for 2 d and then ripened at various temperatures loading with stone weights for a cumulative temperature 280°C·d.

ND: not detected.

酸量はともに多く pH は低かったが、VB-N、エキス態窒素も明らかに多かった。水分量と塩分量には熟成温度区による差異はほとんど認められなかった。

いずし原料および製品の遊離アミノ酸組成を Table 2 に示した。原料のサケ肉には 16 種類の遊離アミノ酸が総量で 281 mg/100 g 含まれていたが、仮酢漬け肉では、リジン、タウリンおよびグルタミン酸などが減少して遊離アミノ酸総量は 210 mg/100 g となった。副原料である米飯麹類には遊離アミノ酸は少なく、総量で 86 mg/100 g であった。一方、野菜類には比較的遊離アミノ酸は多く、445 mg/100 g 含まれていた。熟成初期（2 日後）の魚肉部の遊離アミノ酸総量は 260 mg/100 g であったが、製品いずしでは、5°C 区、10°C 区および 15°C 区はいずれも 900 mg/100 g 程度まで増加し、とくに 20°C 区は 1369 mg/100 g と多かった。また、副原料部も同様の傾向を示した。

各熟成温度で製造したいずしの生菌数 いずしの一般細菌、乳酸菌、酵母の生菌数を Table 3 に示した。

熟成初期（2 日後）の一般細菌の生菌数は、魚肉部では 2.3×10^6 CFU/g、副原料部では 4.4×10^6 CFU/g であった。製品いずしの魚肉部と副原料部の菌数はそれぞれ、5°C 区では 1.6×10^6 CFU/g と 2.9×10^7 CFU/g、10°C 区は両部位ともに 5.9×10^7 CFU/g、15°C 区は 4.6×10^9 CFU/g と 2.6×10^{10} CFU/g、20°C 区は 8.4×10^9 CFU/g と 1.0×10^{10} CFU/g であり、熟成温度が高くなると菌数は多かった。

熟成初期の乳酸菌数は、魚肉部の 6.6×10^5 CFU/g に比べて副原料部が 4.3×10^6 CFU/g と多かった。製品いずしでは、15°C 区と 20°C 区で菌数が多い傾向を示し、魚肉部分と副原料部分の菌数はそれぞれ、5°C 区では 4.3×10^5 CFU/g と 2.4×10^7 CFU/g、10°C 区では 8.5×10^7 CFU/g と 2.2×10^8 CFU/g、15°C 区では 5.5×10^9

CFU/g と 2.8×10^{10} CFU/g、20°C 区では 5.6×10^9 CFU/g と 9.8×10^9 CFU/g であった。

熟成初期の酵母数は、魚肉部では 9.5×10^4 CFU/g、副原料部では 1.0×10^5 CFU/g であった。製品いずしでは、5°C 区の魚肉部は 8.2×10^4 CFU/g、副原料部は 3.2×10^6 CFU/g であったが、10°C 区、15°C 区および 20°C 区の製品いずしからは酵母を分離できなかった。

このように、各グループの微生物の生菌数は熟成初期と熟成後の製品いずしともに、副原料部が魚肉部と比較してわずかに多い傾向を示した。また、製品いずしの一般生菌数と乳酸菌数は、熟成温度の高い区（15°C 区、20°C 区）ほど菌数が多い傾向を示したが、酵母が検出されたのは 5°C 区のみであった。

各熟成温度で製造したいずしの一般細菌相 漬け込み初期（2 日後）と各熟成温度で製造したいずしから、一般細菌は 227 株分離され、そのうち、184 株は *Bacillus* 属とした。また、35 株は、*Micrococcus* 属に同定される菌株であった。その他、明らかに *Staphylococcus* 属に包含される菌株が 8 株認められた。

各熟成温度で製造したいずしの一般細菌相を Fig. 3 に示した。熟成初期（10°C で 2 日後）では、魚肉部と副原料部はそれぞれ *Bacillus* 属が 78 % と 72 %、*Micrococcus* 属が 17 % と 6 %、*Staphylococcus* 属が 4 % と 22 % を占めていた。製品いずしでは、魚肉部と副原料部はそれぞれ、5°C 区では *Bacillus* 属が 68 % と 77 %、*Micrococcus* 属が 32 % と 23 %、10°C 区では *Bacillus* 属が 53 % と 47 %、*Micrococcus* 属が 42 % と 41 %、*Staphylococcus* 属が 5 % と 12 % 占めていた。また、15°C 区と 20°C 区では *Bacillus* 属が 90 % と 100 % を占め、魚肉部のみに *Micrococcus* 属がそれぞれ 7 % と 10 % 認められた。すなわち、熟成初期と製品いずしを通して、一般細菌では *Bacillus* 属が優勢で、とくに 15°C

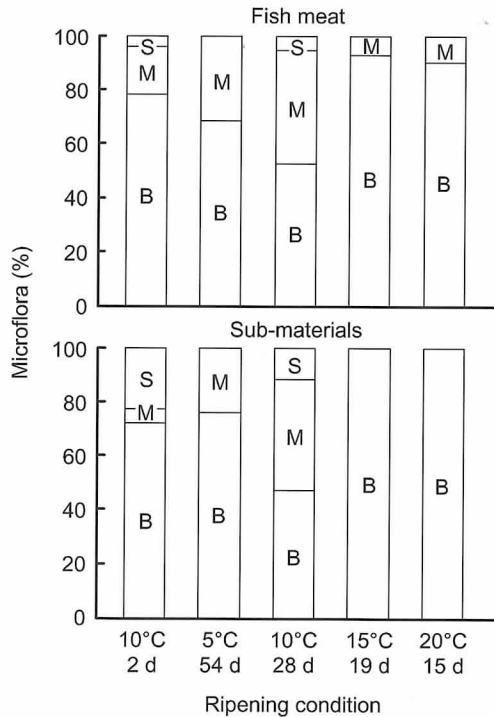


Fig. 3 Aerobic bacterial flora in the final products of salmon *Izushi* ripened at various temperatures. Ripening conditions are shown as temperature, °C and period, d. *Izushi* samples were initially kept for 2 d at 10°C and then ripened at various temperatures while loading with stone weights. Analyses were done separately for parts of fish meat and sub-materials in the *Izushi* samples. Columns: B, *Bacillus* spp. (184); M, *Micrococcus* spp. (35); S, *Staphylococcus* spp. (8). The numbers of isolates are represented in parentheses.

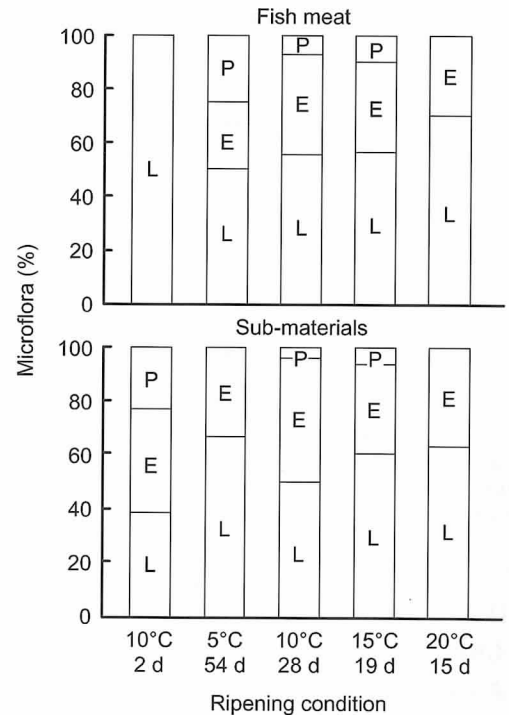


Fig. 4 Lactic acid bacterial flora in the final products of salmon *Izushi* ripened at various temperatures. Ripening conditions are shown as temperature, °C and period, d. *Izushi* samples were initially kept for 2 d at 10°C and then ripened at various temperatures while loading with stone weights. Analyses were done separately for parts of fish meat and sub-materials in the *Izushi* samples. Columns: L, *Leuconostoc mesenteroides* (135); E, *Enterococcus faecalis* (75); P, *Pediococcus acidilactici* (14). The numbers of isolates are represented in parentheses.

区と20°C区の製品いずれしでは90%以上を占め、このような傾向はこれまでの報告^{2,4)}と同様である。

各熟成温度で製造したいずしの乳酸菌相 熟成初期(10°Cで2日後)と各熟成温度で製造したいずしから乳酸菌は総計224株分離され、そのうち135株は、ヘテロ発酵型乳酸連鎖球菌であり、*Leuconostoc mesenteroides*に同定された。また、ホモ発酵型乳酸連鎖球菌である*Enterococcus faecalis*に同定された菌株が75株認められた。残りの14株は四聯球菌の特徴ある形態を呈するホモ発酵型の*Pediococcus acidilactici*に相当する菌株であった。

各熟成温度で製造したいずしの乳酸菌の菌相をFig. 4に示した。魚肉部をみると、熟成初期(10°Cで2日後)では、*Leuconostoc mesenteroides*が100%であったが、いずれの熟成区の製品いずれしでも*Leuconostoc mesenteroides*が50~70%、*Enterococcus faecalis*が25~37%を占め、このほかに5°C区、10°C区および15°C区のみで*Pediococcus acidilactici*が25~10%認められた。副原

料部をみると、熟成初期では*Leuconostoc mesenteroides*と*Enterococcus faecalis*がそれぞれ38.5%、*Pediococcus acidilactici*が23%を占めた。製品いずれしでは、いずれの区ともに*Leuconostoc mesenteroides*が50~67%、*Enterococcus faecalis*が33~46%を占め、このほかに10°C区と15°C区のみで*Pediococcus acidilactici*がそれぞれ4%と7%認められた。したがって、製品いずれしの魚肉部・副原料部ともに、乳酸菌では*Leuconostoc mesenteroides*に属するものが優勢種であり、熟成温度の違いは乳酸菌の菌相特性にほとんど反映されなかった。

各熟成温度で製造したいずしの酵母の菌相 熟成初期(10°Cで2日後)と5°Cで熟成したいずしから酵母は総計100株分離された。これらの酵母の中で75株が*Saccharomyces cerevisiae*に同定された。また、15株は*Pichia anomala*に同定すべき菌株であった。さらに7株は*Debaryomyces hansenii*に同定された。残り3株は、*Candida parapsilosis*に同定される菌株であった。

各熟成温度で製造したいずしの酵母の菌相をFig. 5

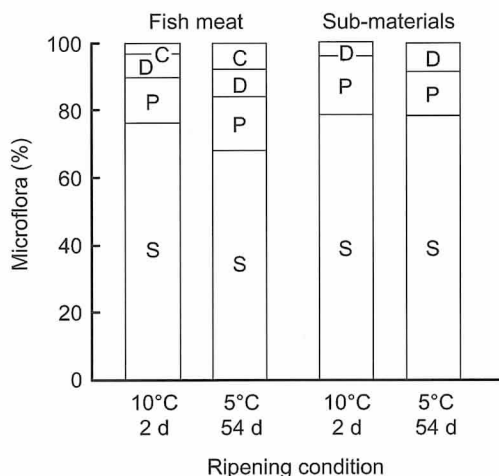


Fig. 5 Yeast flora in the final products of salmon *Izushi* ripened at various temperatures.

Ripening conditions are shown as temperature, °C and period, d. *Izushi* samples were initially kept for 2 d at 10°C and then ripened at various temperatures while loading with stone weights. Analyses were done separately for parts of fish meat and sub-materials in the *Izushi* samples. Yeast was not detected in the *Izushi* ripened at 10, 15 and 20°C. Columns: S, *Saccharomyces cerevisiae* (75); P, *Pichia anomala* (15); D, *Debaryomyces hansenii* (7); C, *Candida parapsilosis* (3). The numbers of isolates are represented in parentheses.

に示した。熟成初期では、魚肉部と副原料部でそれぞれ *Saccharomyces cerevisiae* が 76% と 78%, *Pichia anomala* が 14% と 17%, *Debaryomyces hansenii* が 7% と 4% を占め、この他に魚肉部のみ *Candida parapsilosis* が 3% 認められた。5°C 区の製品いずしでは、魚肉部と副原料部では、*Saccharomyces cerevisiae* がそれぞれ 68% と 78%, *Pichia anomala* が 16% と 13%, *Debaryomyces hansenii* が 8% と 9% を占め、この他に魚肉部でのみ *Candida parapsilosis* が 8% 認められたが、10°C 区、15°C 区および 20°C 区の製品いずしからは酵母を分離できなかった。したがって、酵母の菌相は熟成温度に影響され、熟成初期と 5°C 区の製品いずしを通して *Saccharomyces cerevisiae* が優勢種となり、5°C で熟成させた前報²⁾の結果と同様であったが、熟成温度が高いと様相は一変し、10, 15 および 20°C 区の熟成いずしでは酵母は検出されなかった。

考 察

サケいずしは晩秋から初冬にかけて漬込まれることから、熟成には温度が重要な役割を果たしていると考えられた。しかし、本報で調製したサケいずしでは、熟成期間の終了後 5°C 区の製品にはいずし特有の芳香と甘味・旨味を認めたが、10°C 区では旨味が不足で肉質に脆さ

を生じ、とくに 15°C 区と 20°C 区では各種低分子成分の増加が速く、官能的にも熟成過多となる傾向があった。

いずしの熟成温度が高いと、乳酸菌数が増加し、これに対応して乳酸量の増加と pH の低下が生じていることが明らかである。また、液汁では、15°C 区では 19 日後、20°C 区では 5 日後に強い酸臭が感じられたが、この時点で液汁の pH も大きく低下していた (Fig. 2)。本報の製品いずしの官能評価と熟成最終日の液汁の pH 値から、高品質ないずしを造るための熟成終了時を推定すると、液汁の pH が 4.7 付近の時点が適切と考えられる。これまでに吉村³⁾は、ホッケいずしについて、液汁の pH が 4.4~4.6 の時点が、製品いずしの味が最も良いと報告している。また、北海道で販売されているいずし 22 検体についての調査¹³⁾では、魚肉部の pH は 4.4~5.2 の範囲で、平均値は 4.6 ± 0.23 であった。

5°C 区の各グループの生菌数は、魚肉部では $8.2 \times 10^4 \sim 1.6 \times 10^6$ CFU/g、副原料部では $3.2 \times 10^6 \sim 2.9 \times 10^7$ CFU/g で、これまでの報告^{2,4)}と同程度であった。しかしながら、比較的高い温度で熟成した 10, 15 および 20°C 区では、一般細菌数と乳酸菌数は熟成温度の高い区分ほど多い傾向を示したが、酵母は検出できなかった。この理由は、10, 15 および 20°C 区では、乳酸菌が酵母よりも増殖速度が大きい¹⁴⁻¹⁶⁾ために先行増殖して優勢となり、有機酸やエタノールの生成により、酵母の増殖できない環境条件になったものと考えられる。また、同様に微生物の挙動は、食塩濃度 3%, 発酵温度 20°C で製造した泡菜でも観察されており、熟成 4 日後になると生菌数と乳酸菌数は 10^7 /g に達するが、pH が 4.0 以下に低下するため、酵母はほとんど検出されなくなり、8 日目以降になっても 10^3 /g 以下であると報告されている。¹⁷⁾

熟成温度別のサケいずし製品の菌相特性をみると、一般細菌では、各区分とも *Bacillus* 属が優勢であったが、低温熟成条件下 (5°C と 10°C 区) では熟成には大きく関与していないものと推察されるが、高温熟成条件下 (15°C と 20°C 区) では生菌数の大幅な増加も認められており、品質劣化の一因として関与している可能性がある。また、5°C 区の製品いずしでは酵母が共存するが、10, 15 および 20°C 区の比較的高い温度で熟成した製品いずしでは酵母が検出されなかった。酵母の中では *Saccharomyces* 属が約 70% を占め、その総てが *Saccharomyces cerevisiae* であり、この菌は糖を分解してアルコールや二酸化炭素などを生成し、芳香や香気を漬物に付与すると考えられている。¹⁸⁾ また、乳酸菌は各区分で認められ、高温熟成条件下 (15°C と 20°C 区) では菌数が大きく増加するとともに *Leuconostoc* 属の占める割合も増加傾向を示した。これにはピクルス、サイレーシ、チーズその他の発酵製品中に認められ、有効に利用

されている菌種もある。また、この菌はヘテロ型乳酸菌で、糖類から乳酸を生成するだけでなく、エタノール、酢酸および二酸化炭素なども産生し、漬物の熟成では、生成した乳酸は塩辛味を和らげるとともに、その酸味で独特の風味を醸し出すとともに有害菌の発育を抑制すると考えられている。¹⁸⁾

製品いずしの性状と熟成温度との関係については、熟成温度 (10, 15 および 20°C 区) が高いと、遊離アミノ酸など低分子物質の生成量が多いが、短期間のうちに急激に乳酸菌が増加して酸が生成し、pH が低下し酸味も強くなるとともに、肉質の脆弱化や退色が進行する。すなわち、熟成温度を高くすると、いずしの呈味成分は増加するが、酸度の上昇も促進されるため、風味が醸成されないうちに熟成過多となり酸敗に至るものと考えられる。しかしながら、5°C 区のように熟成温度が低ければ、これまでの報告^{2,4)}の結果と同様に乳酸菌の著しい増加がないために、酸敗させずにゆっくり熟成させることができ、好ましい芳香や風味が醸成されるなどの効果が得られるものと推測される。

吉村³⁾は、ホッケとイカのいずしについて、熟成温度が 10~17°C になると製品の味が悪くなると報告している。また、菊池ら¹⁹⁾は、北海道の伝統的な漬物、ニシン漬の発酵は温度に大きく依存され、10°C での発酵は乳酸菌の増殖が活発で、発酵も急速に進むが、急激な酸度の上昇や、発酵の後半に *Pichia* 属が認められ、品質が不安定となることから、比較的低温の 5°C で、ゆっくり発酵を進めることが品質を長期間安定させるために重要であると報じている。なお、*Pichia* 属などの産膜酵母¹⁸⁾は、漬け物の汁の表面にカビのように繁殖し、アルコールやエステルを分解し、悪臭を放ったり、成分を悪変させたり、風味を損なうものが多い。これらのことを総合的に考慮すると、高品質のサケいずし製品を造るためには、低温 (約 5°C) でゆっくり長時間熟成させることが必要であると考えられた。

謝 辞

本研究を行うに当たり、実験に協力頂いた北海道立中央水産試験場元職員、小野塚 馨氏、秀里尊寿氏、川島孝省氏、北海道立釧路水産試験場飯田訓之氏に対して、

深甚なる謝意を表します。

文 献

- 1) 神沢謙三, 飯田広夫. 「いずし」中におけるボトリヌス E 型菌の毒素産生阻止に関する実験的研究 (第 2 報). 道衛研報 1957; 8: 33-38.
- 2) 佐々木政則, 川合祐史, 吉水 守, 信濃晴雄. サケいずしの化学的, 微生物学的性状に及ぼす原料サケの酢漬処理の影響. 日水誌 2005; 71: 369-377.
- 3) 吉村花子. 飯酢の研究 (第 1 報) 飯酢の製法及び熟成中の化学変化. 北学大紀要 (第二部) 1955; 6: 71-74.
- 4) 佐々木政則, 川合祐史, 吉水 守, 信濃晴雄. サケいずしの熟成過程における化学成分と微生物相の変化. 日水誌 2004; 70: 928-937.
- 5) 稲葉伝三郎. 積算温度. 「水産百科事典」(水産百科事典編集委員会編) 海文堂出版, 東京. 1972; 286.
- 6) 山下市二. 有機酸. 「食品分析法」(日本食品工業学会食品分析法編集委員会編) 光琳, 東京. 1984; 509.
- 7) 辻 浩司, 西田 猛, 橋本健司, 相澤 悟. 水産物の原料特性に関する試験. 昭和 61 年度釧路水試事報. 釧路水試, 釧路. 1987; 205-218.
- 8) Shewan JM, Hobbs G, Hodgkiss W. The *Pseudomonas* and *Achromobacter* groups of bacteria in the spoilage of marine white fish. *J. Appl. Bacteriol.* 1960; 23: 463-468.
- 9) 駒形和男. 細菌(1)一好気性細菌. 「微生物の分離と同定」(改訂版) (下) (長谷川武治編) 学会出版センター, 東京. 1985; 99-161.
- 10) Sneath PHA, Mair NS, Sharpe ME, Holt JG (eds). *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology* Vol. 2. Williams & Wilkins, Baltimore. 1986; 999-1103.
- 11) 内村 泰, 岡田早苗. 「乳酸菌実験マニュアル」朝倉書店, 東京. 1992; 126-135.
- 12) Kurtzman CP, Fell JW (eds). *The Yeasts, a taxonomic study* 4th ed. Elsevier Science, Amsterdam. 1998; 1-1055.
- 13) 佐々木政則. 安全で美味しいいずしを造りましょう. 北水試だより 1989; 5: 1-7.
- 14) 天羽幹夫, 小石川仁治. 「栄養士のための応用微生物学」光生館, 東京. 1966; 55-83.
- 15) 藤井建夫「塩辛・くさや・かつお節」恒星社厚生閣, 東京. 1992; 84.
- 16) 伊藤 寛. 漬物類. 「バイオブリザベーション」(森地俊樹, 松田敏生編) 幸書房, 東京. 1999; 90-103.
- 17) 宮尾茂雄, 佐藤 健. 泡菜的製造および調理素材化に関する研究. 都食技報 2002; 11: 1-11.
- 18) 有藤和雄. 「新食品微生物」農業図書, 東京. 1985; 50-130.
- 19) 菊池政則, 中島幸一, 浅野行蔵, 高尾彰一. ニシン漬の発酵過程における微生物の動態におよぼす温度および食塩の影響. 食科工 1996; 43: 176-180.